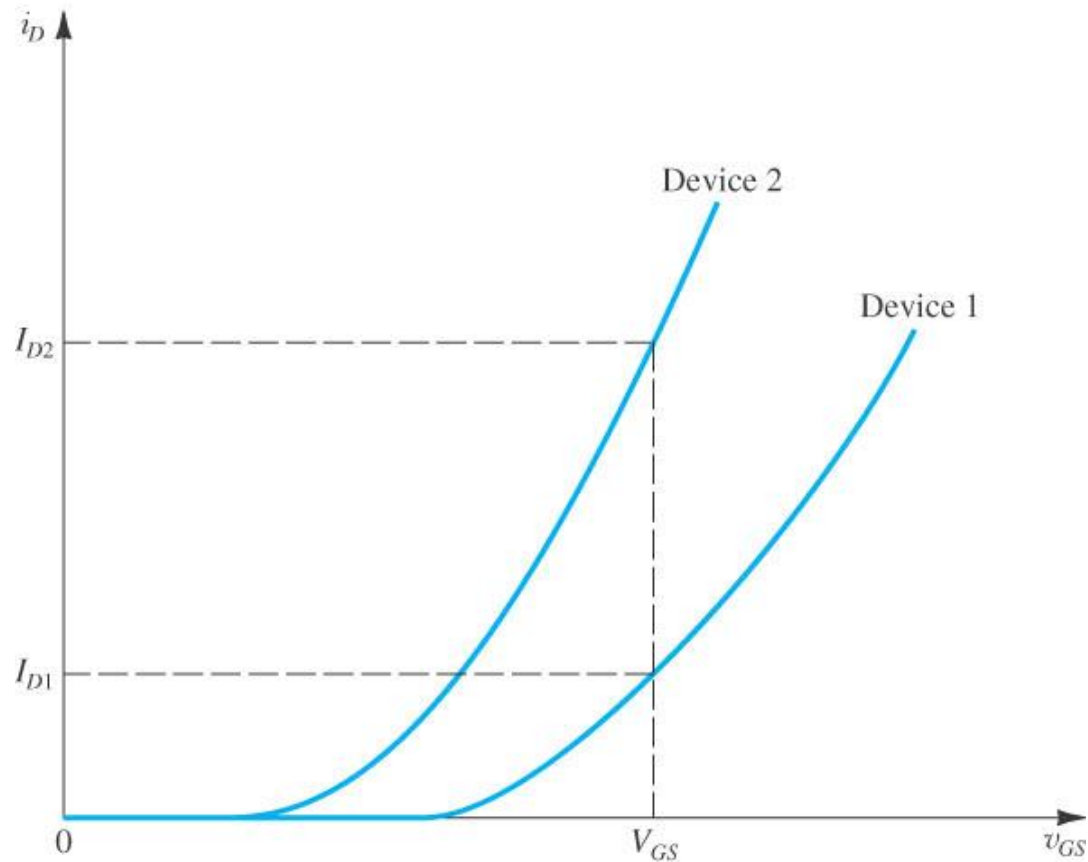


Projeto de Amplificadores

- ✓ Polarização de Amplificadores
- ✓ Caracterização de Amplificadores
- ✓ Amplificador Fonte Comum
- ✓ Amplificador Emissor Comum

Polarização de Amplificadores

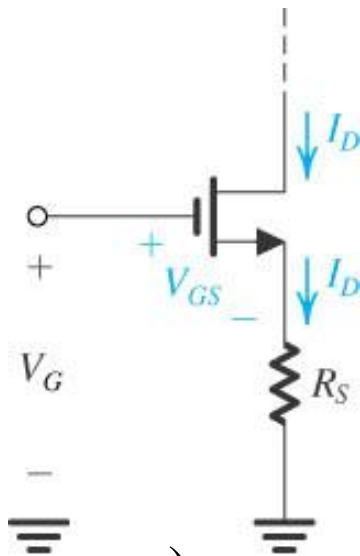
Polarização usando V_{GS} fixo



O uso da polarização de V_{GS} (cte.) pode resultar numa variação de I_D mesmo para dispositivos “iguais”.

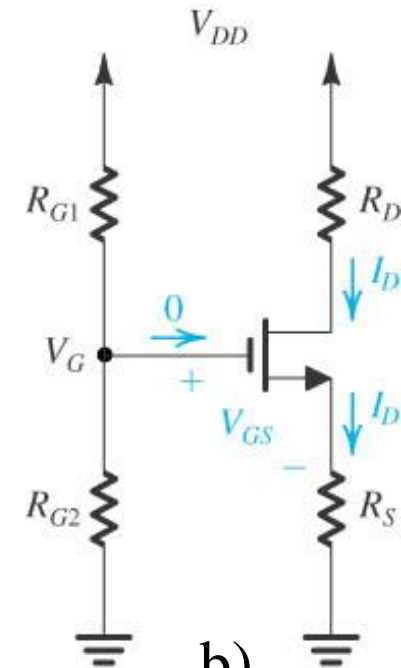
Polarização de Amplificadores

Polarização usando uma tensão fixa na porta e um resistor de realimentação na fonte



a)

$$V_G = V_{GS} + R_S I_D$$



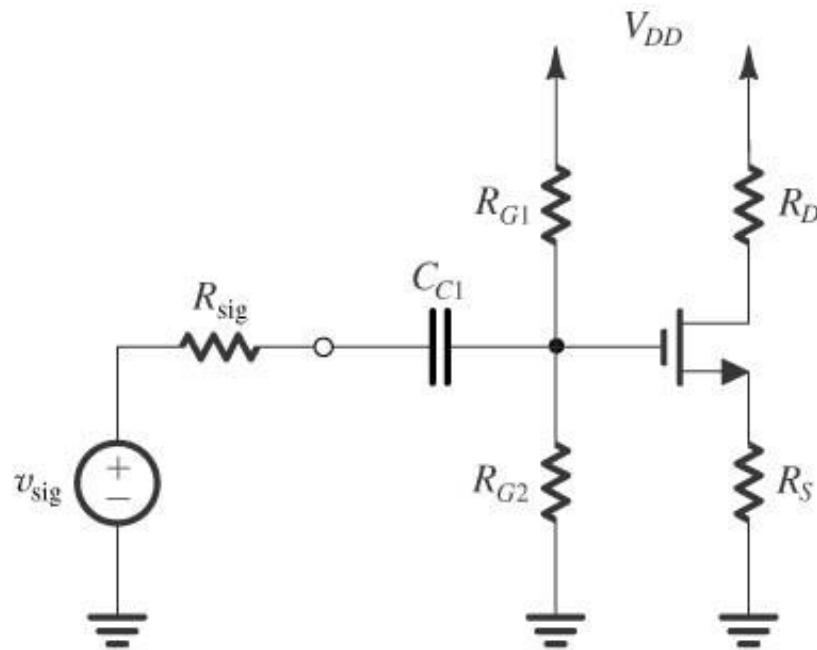
b)

a) Arranjo simplificado

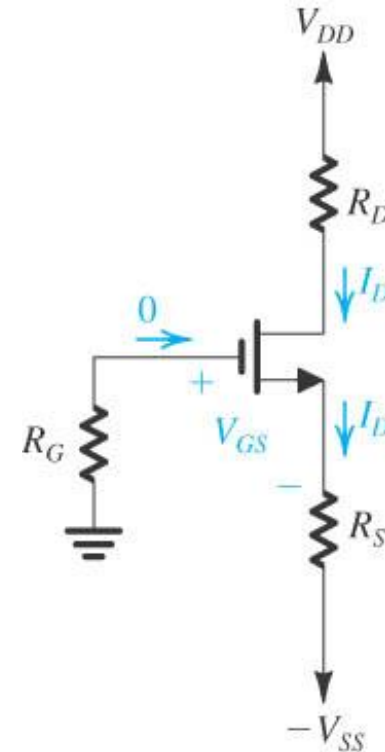
b) Implementação prática usando uma fonte de alimentação

Polarização de Amplificadores

Polarização usando uma tensão fixa na porta e um resistor de realimentação na fonte



(d)



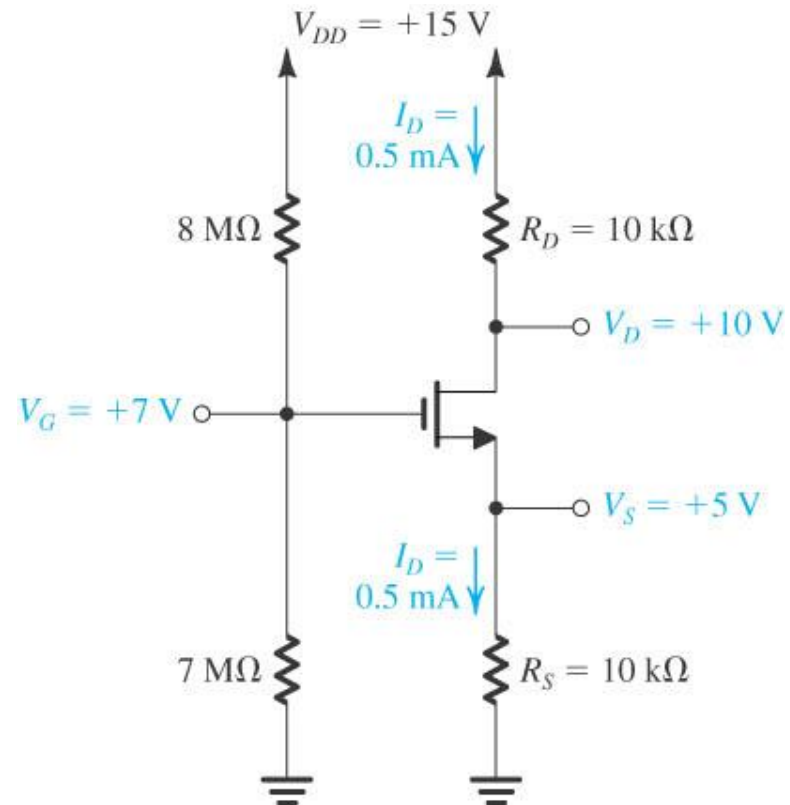
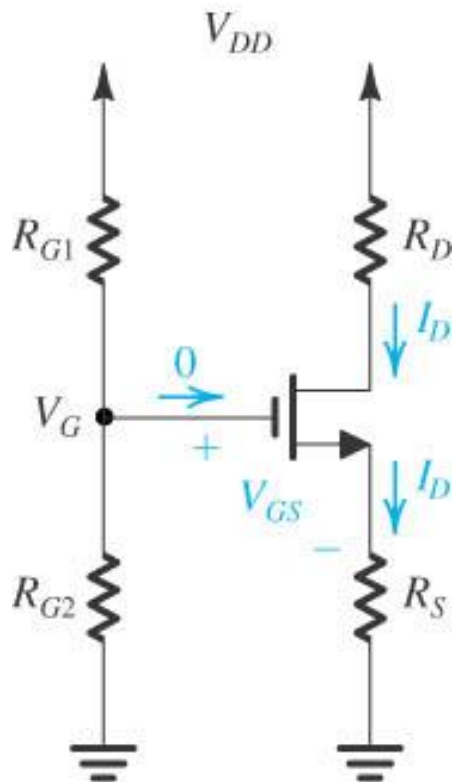
(e)

d) Usando o capacitor de acoplamento (d)

e) Implementação “prática” usando duas fontes de alimentação

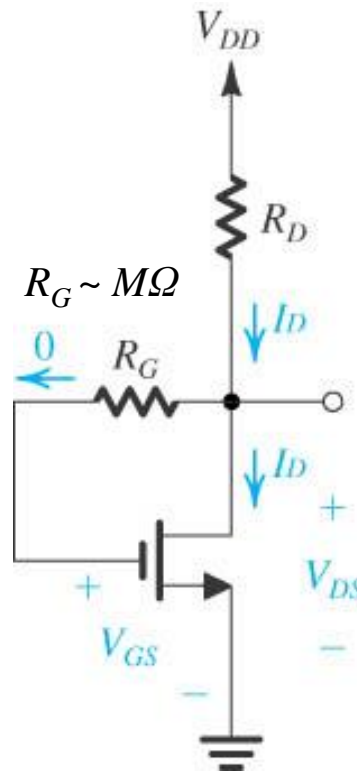
Polarização de Amplificadores

Ex1 : Estabeleça uma corrente $I_D = 0,5 \text{ mA}$ no circuito abaixo. Use $V_{DD} = 15 \text{ V}$, $V_t = 1 \text{ V}$ e $k'_n W/L = 1 \text{ mA/V}^2$. Considere uma queda de $1/3$ de V_{DD} em R_D e R_S . Despreze o efeito de modulação de canal. Qual a variação de I_D se o transistor for substituído por um outro com $V_t = 1,5 \text{ V}$?



Polarização de Amplificadores

Polarização usando um resistor de realimentação entre porta e dreno

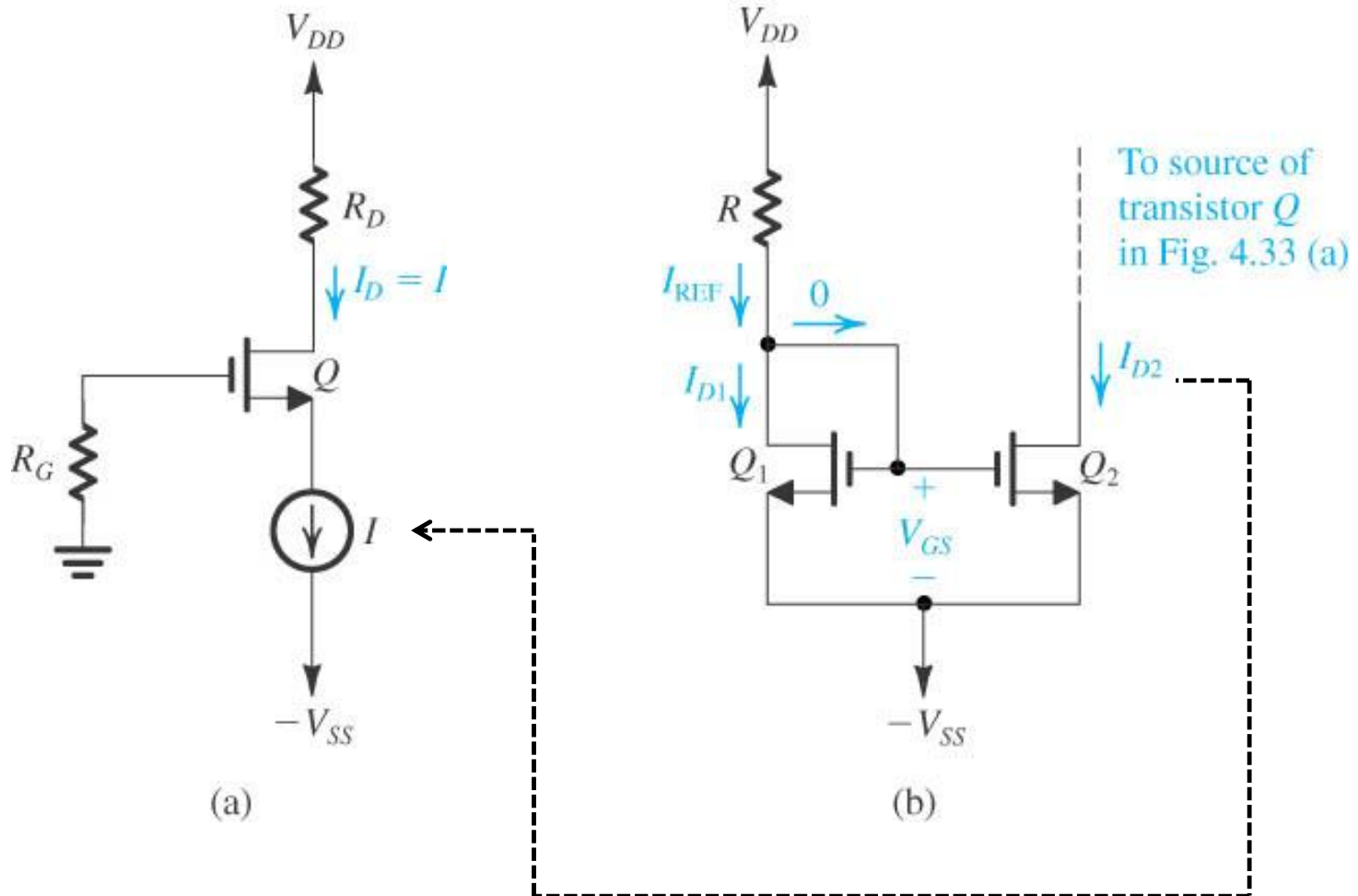


$$V_{GS} = V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D$$

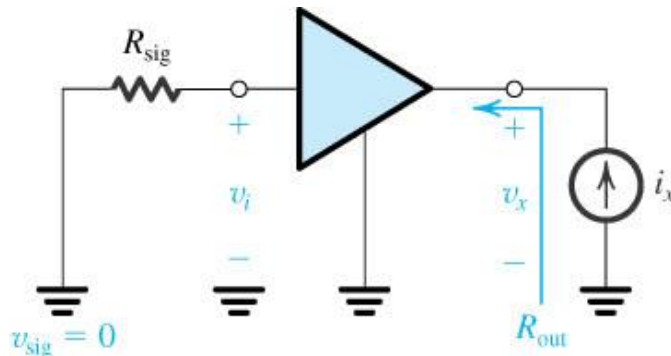
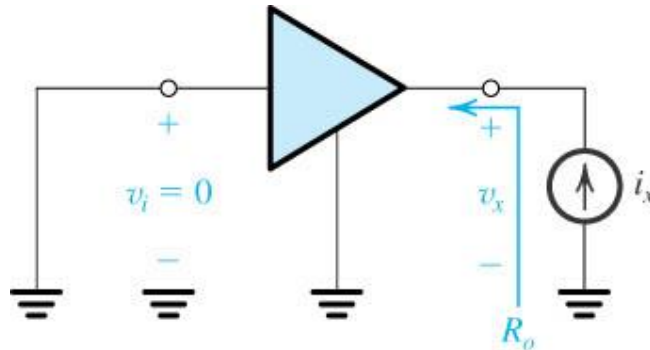
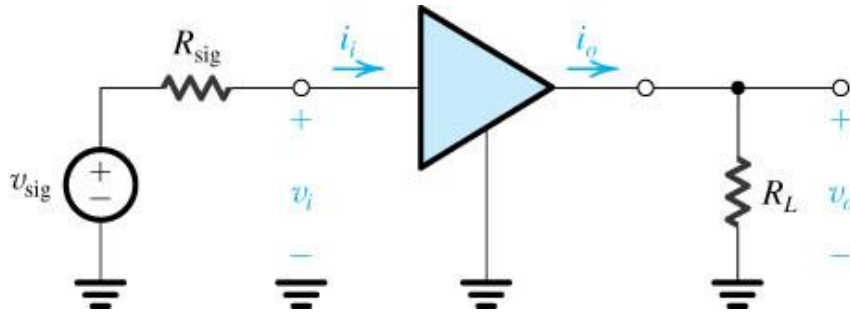
$$V_{DD} = V_{GS} + R_D I_D$$

Polarização de Amplificadores

Polarização usando uma fonte de corrente constante



Caracterização de Amplificadores



I - Impedância de entrada

$$R_i = \frac{v_i}{i_i}$$

II - Ganho de Tensão em malha aberta

$$A_{vo} = \left. \frac{v_o}{v_i} \right|_{R_L = \infty}$$

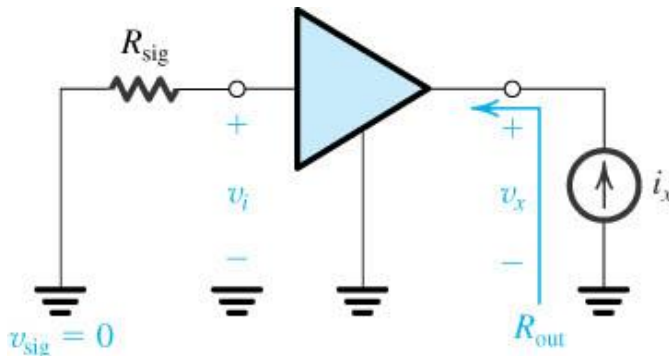
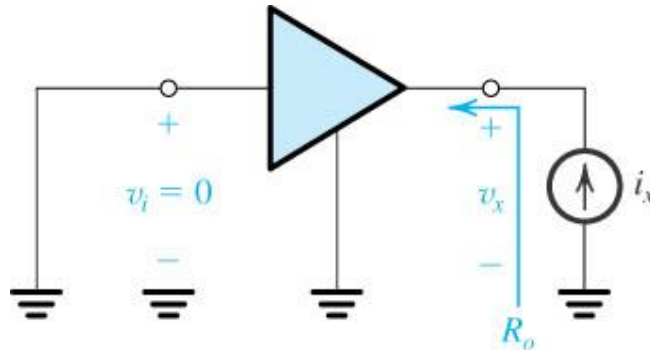
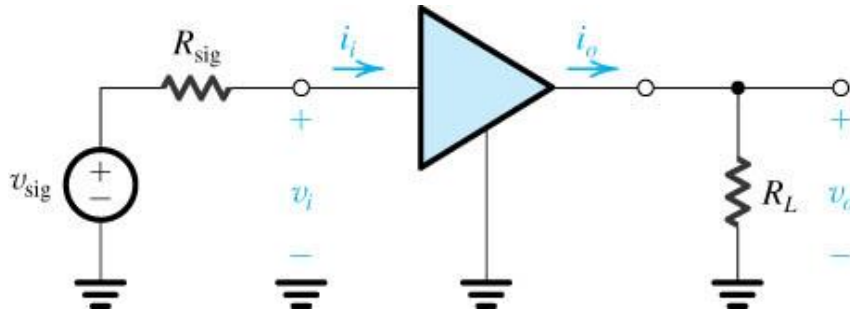
III - Ganho de Tensão

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

IV - Ganho de Tensão Total

$$G_v = \frac{v_o}{v_{sig}}$$

Caracterização de Amplificadores



V - Impedância de saída (amp. apenas)

$$R_o = \left. \frac{v_x}{i_x} \right|_{v_i=0}$$

VI - Impedância de saída

$$R_{out} = \left. \frac{v_x}{i_x} \right|_{v_{sig}=0}$$

VII - Ganho de Corrente

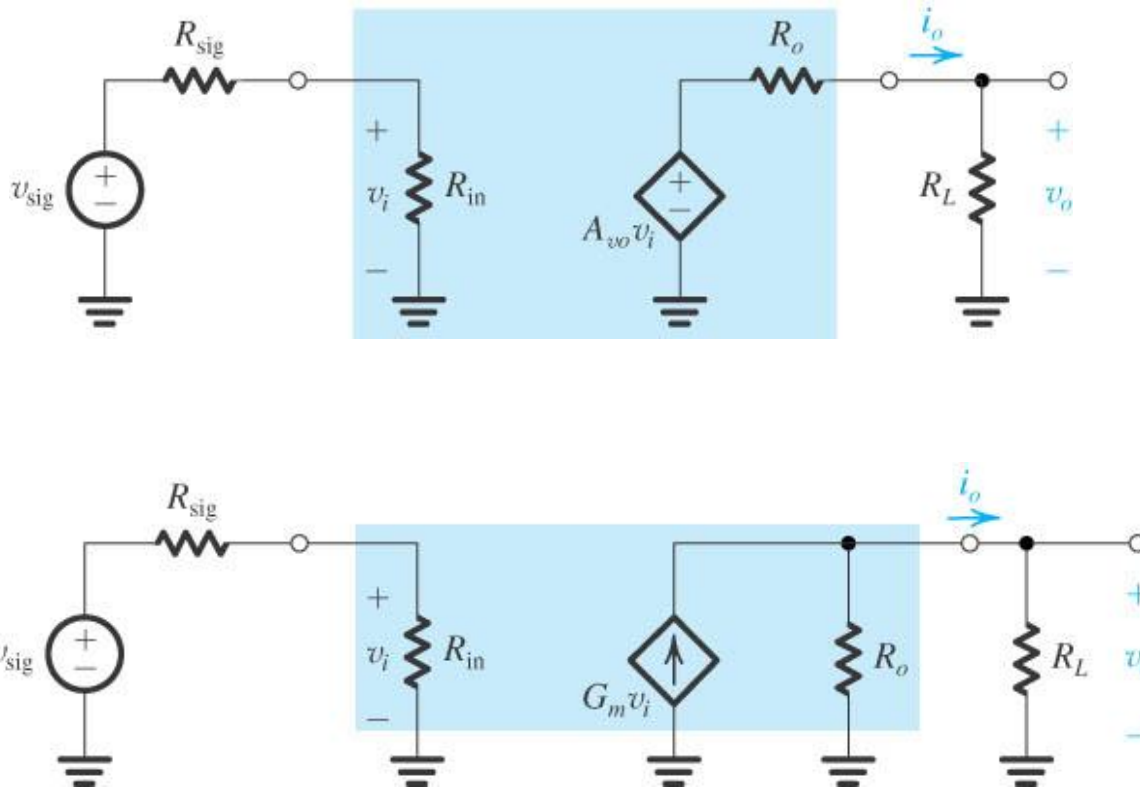
$$A_i = \frac{i_o}{i_i}$$

VIII - Transcondutância (curto)

$$G_m = \left. \frac{i_o}{v_i} \right|_{R_L=0}$$

Caracterização de Amplificadores

Circuitos Equivalentes



$$\frac{v_i}{v_{sig}} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_{sig}}$$

$$A_v = A_{vo} \frac{R_L}{R_L + R_o}$$

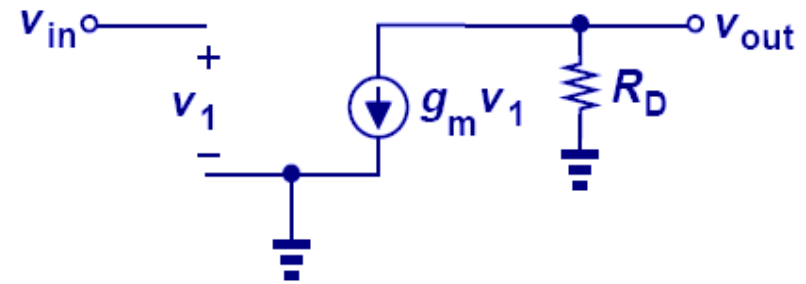
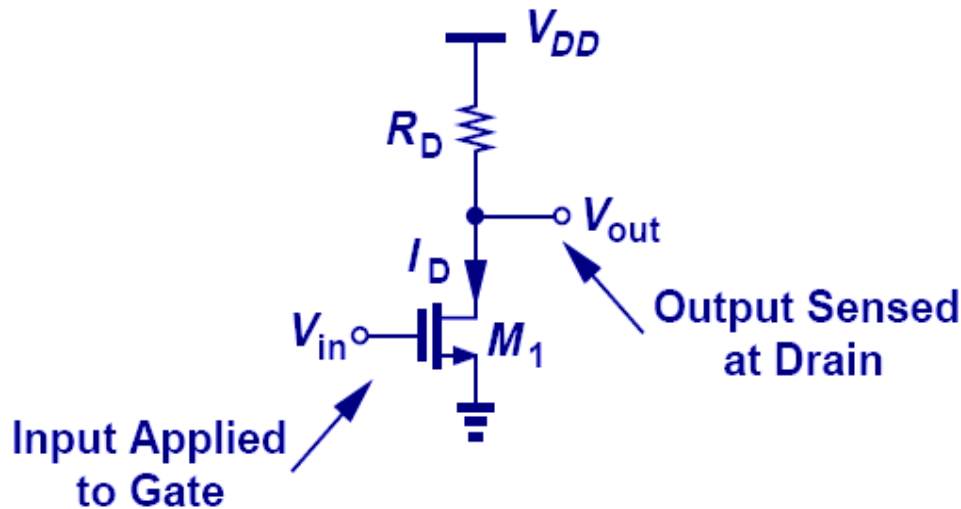
$$A_{vo} = G_m R_o$$

Sedra 5ed – Tabela 4.3

Ver exemplo 4.11 (Sedra 5ed)

Amplificador MOS - Fonte Comum

Circuito amplificador MOS fonte comum



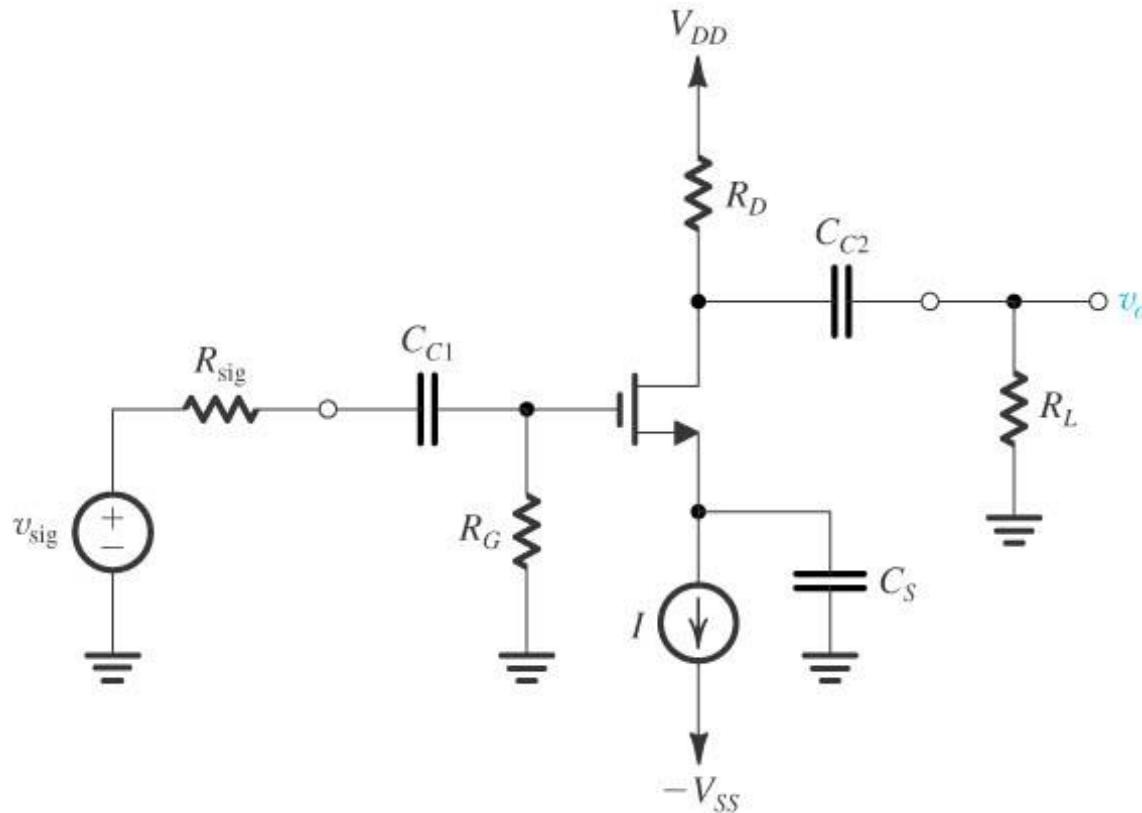
$$\lambda = 0$$

$$A_v = -g_m R_D$$

$$A_v = -\sqrt{2\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} I_D} R_D$$

Amplificador MOS - Fonte Comum

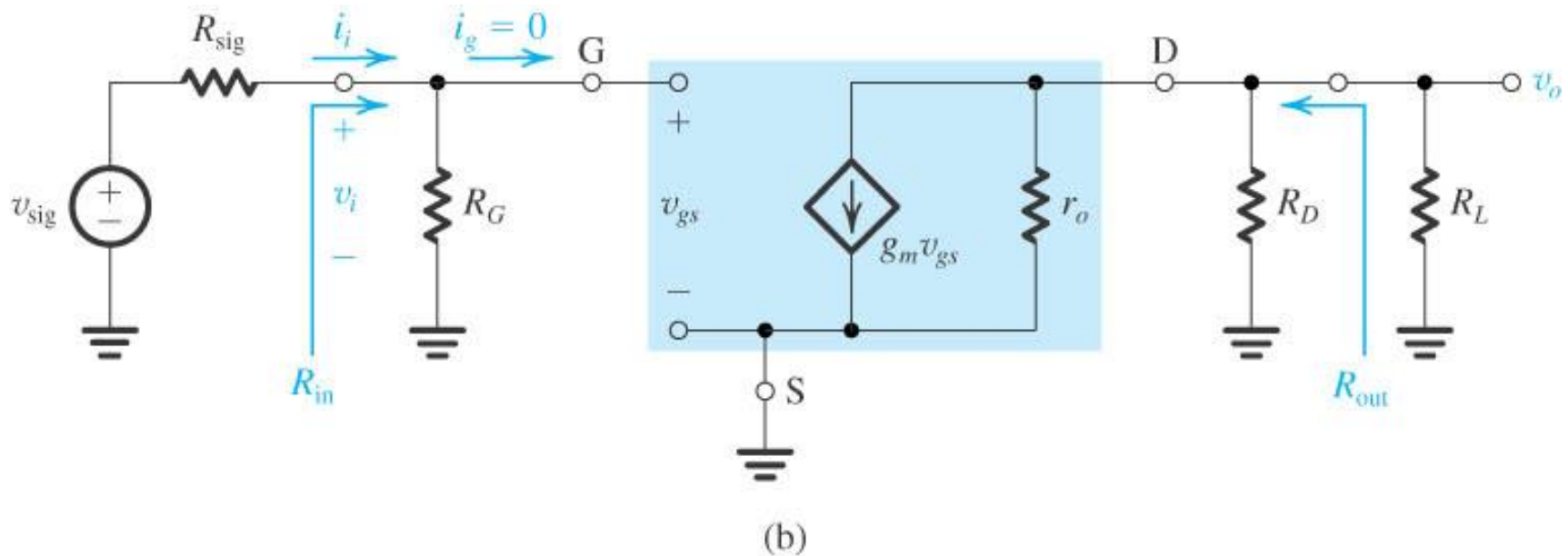
Circuito amplificador MOS fonte comum



Amp. FC com capacitor de passagem e de bloqueio

Amplificador MOS - Fonte Comum

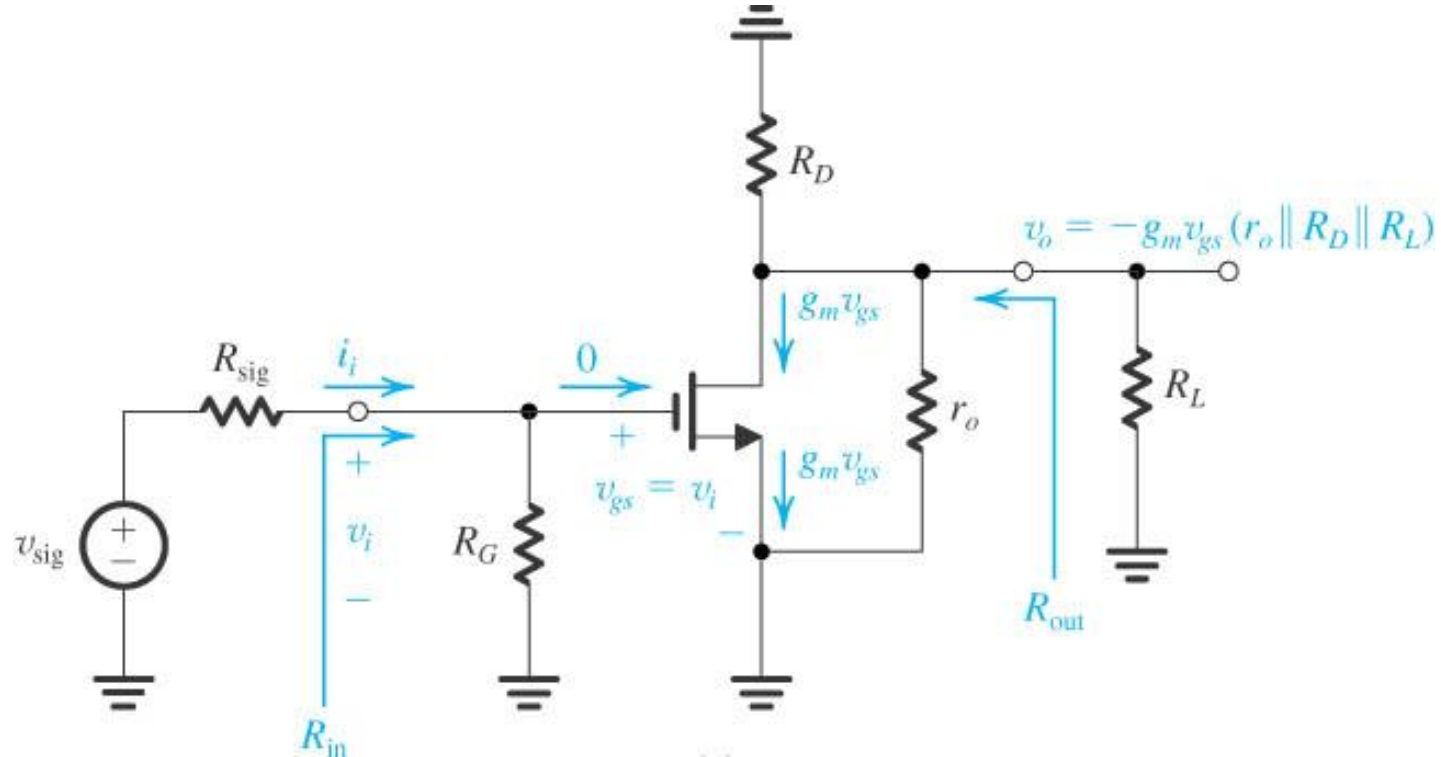
Circuito equivalente de pequenos sinais



Determinar as características do amplificador: R_{in} , R_{out} , G_v ...etc

Amplificador MOS - Fonte Comum

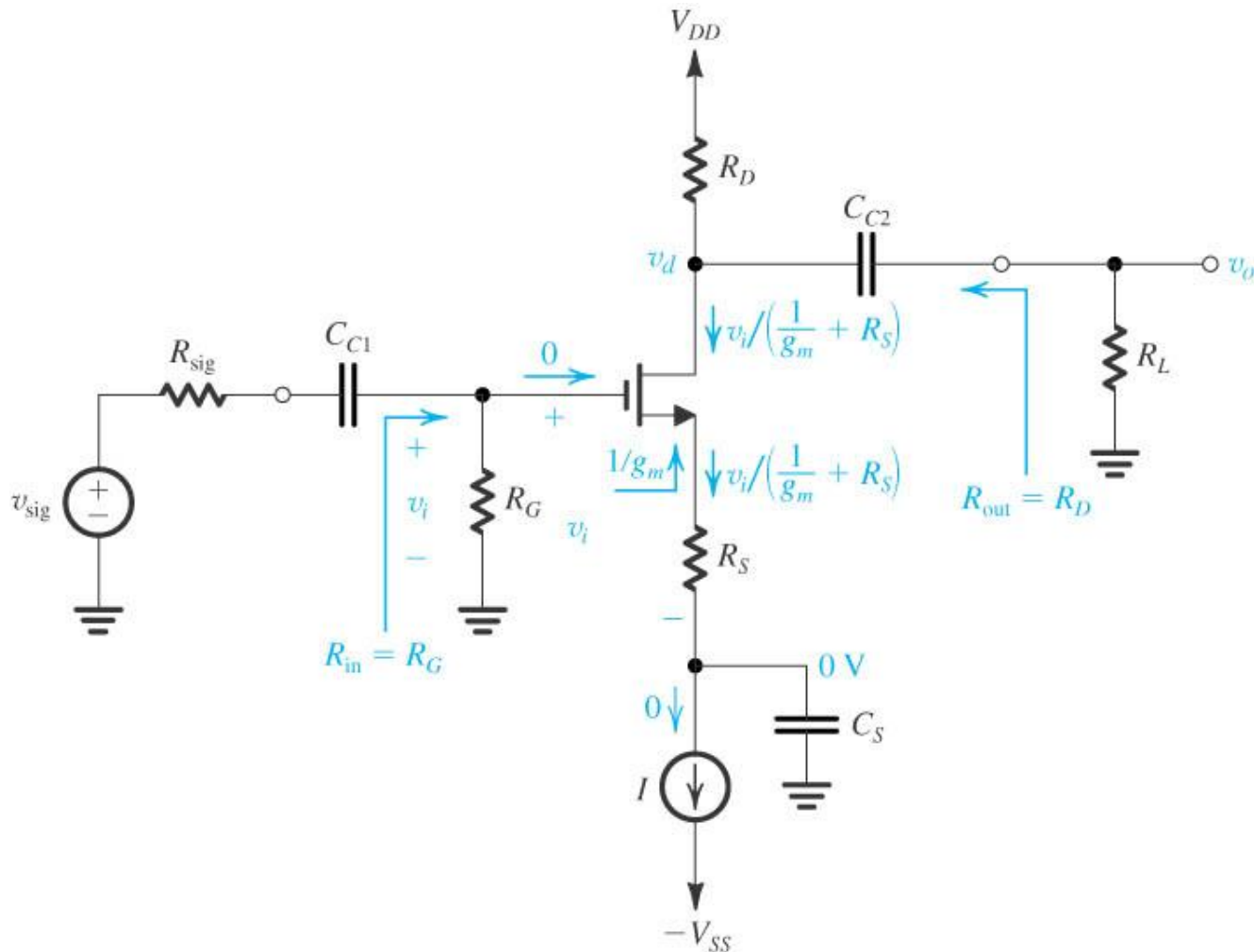
Análise direta no circuito amplificador MOS (pequenos sinais)



- Alto ganho de tensão
- Alta impedância de entrada
- Alta impedância de saída (contra)

Amplificador MOS - Fonte Comum

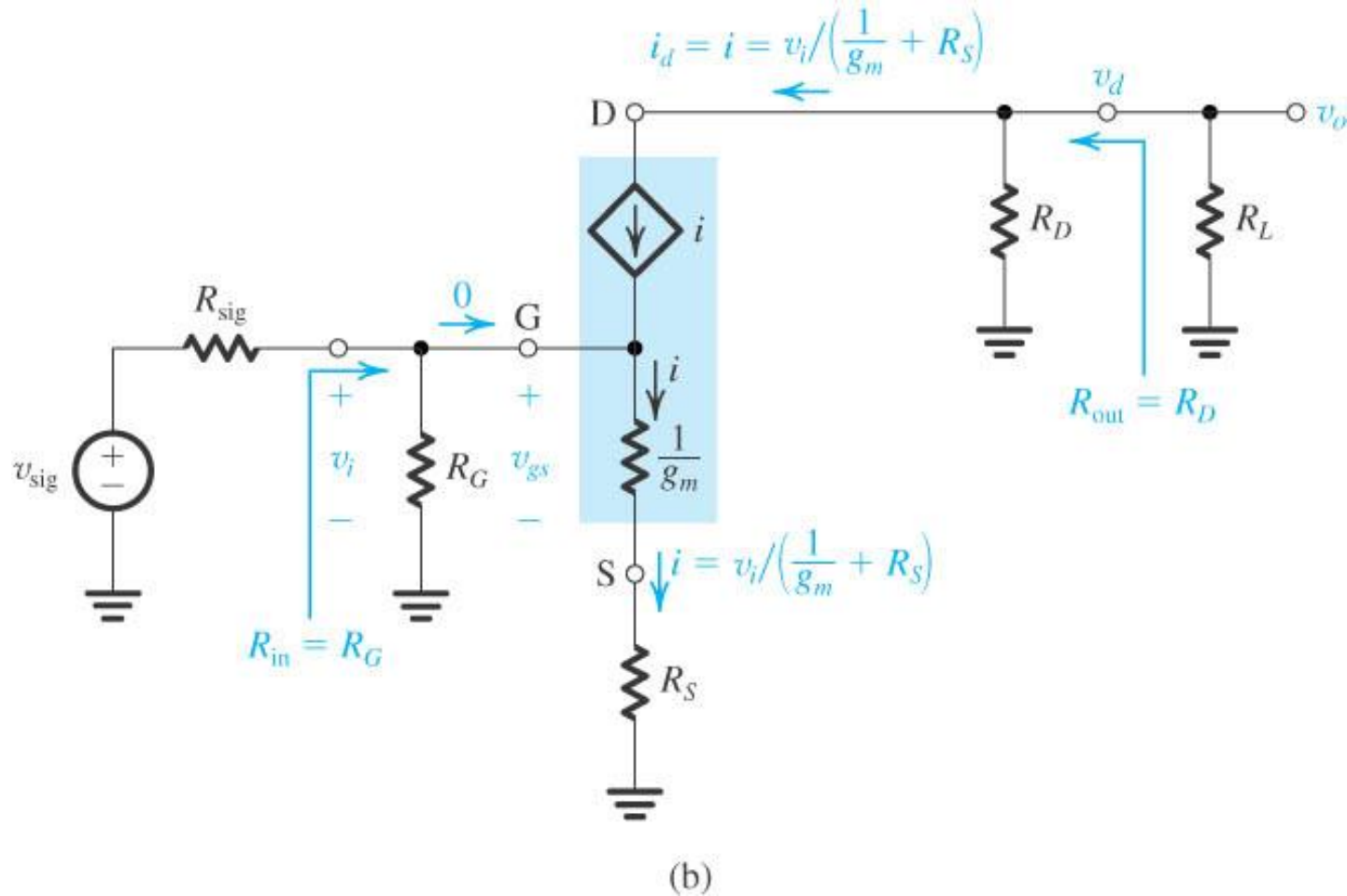
Amplificador MOS FC com resistência na Fonte



(a)

Amplificador MOS - Fonte Comum

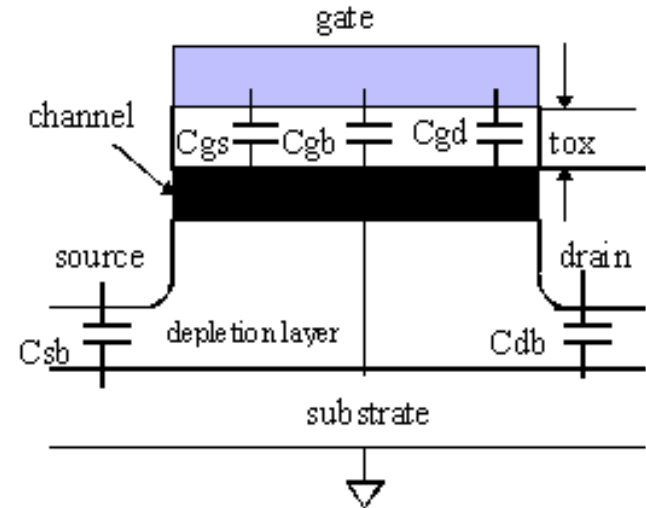
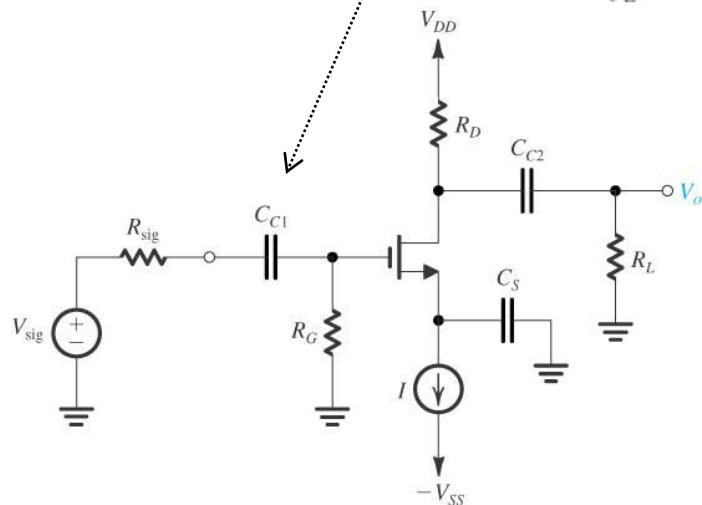
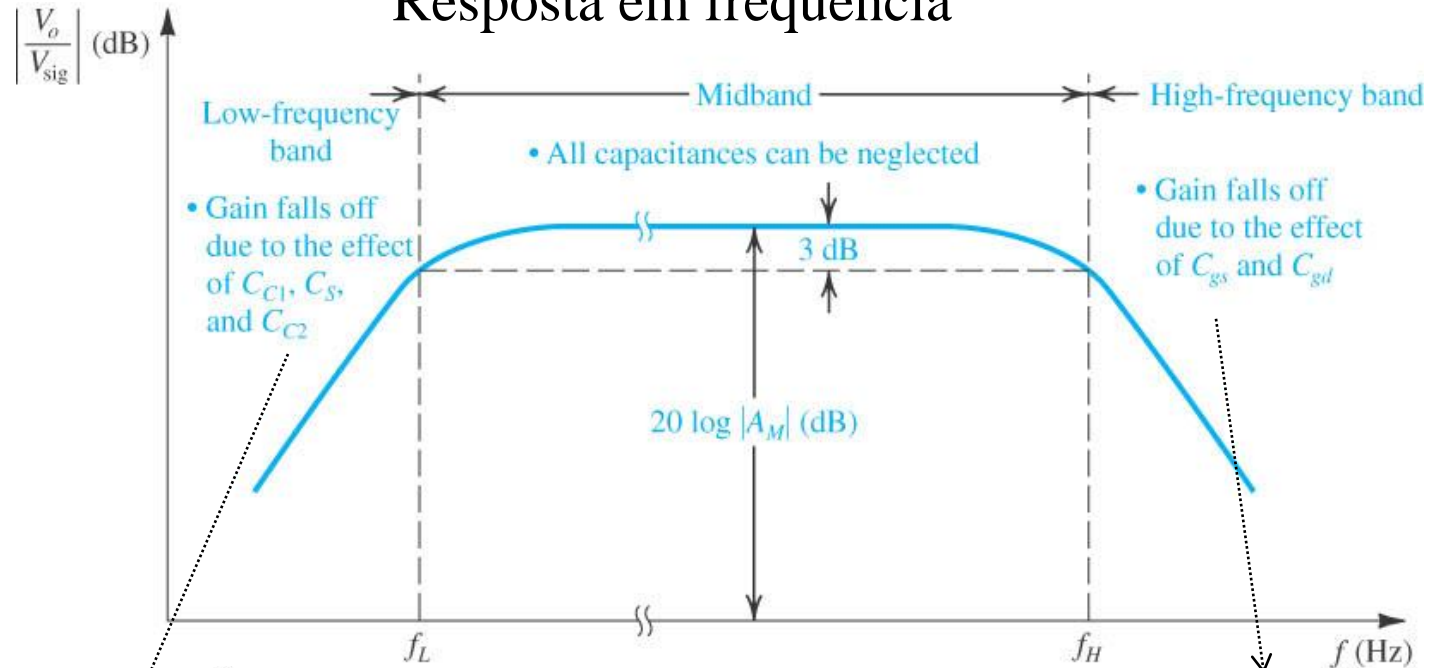
Amplificador MOS FC com resistência na Fonte



Modelo T de pequenos sinais

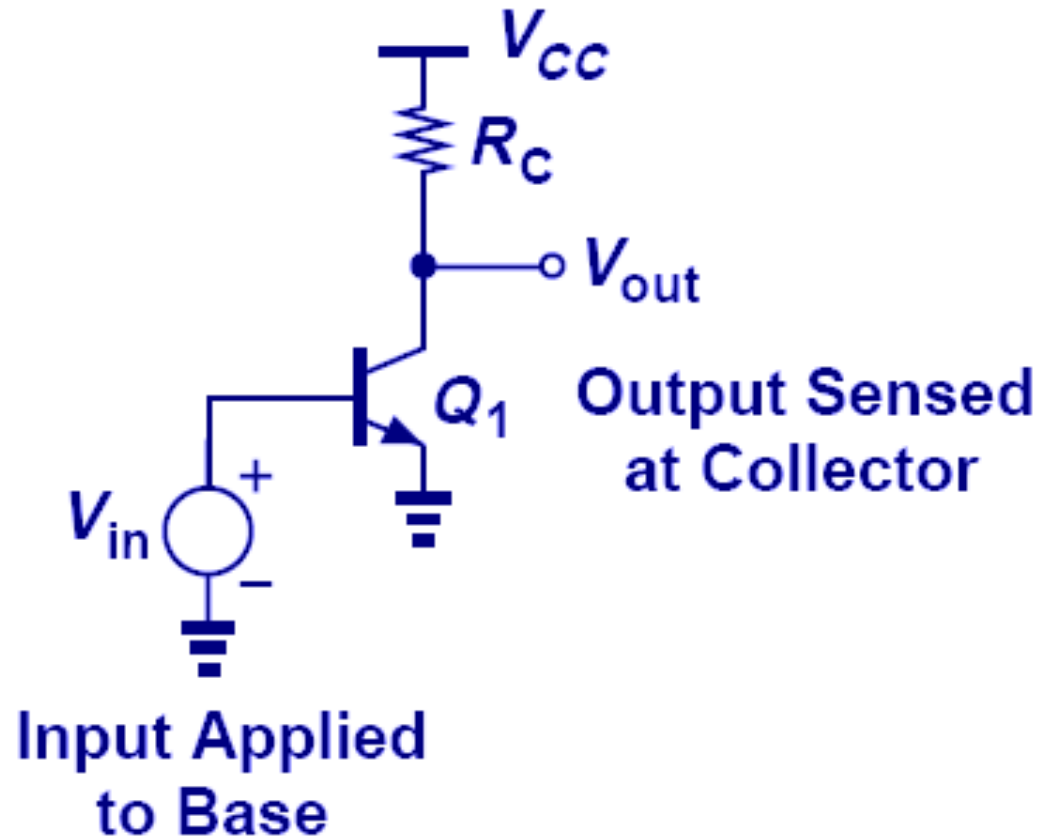
Amplificador MOS - Fonte Comum

Resposta em frequência



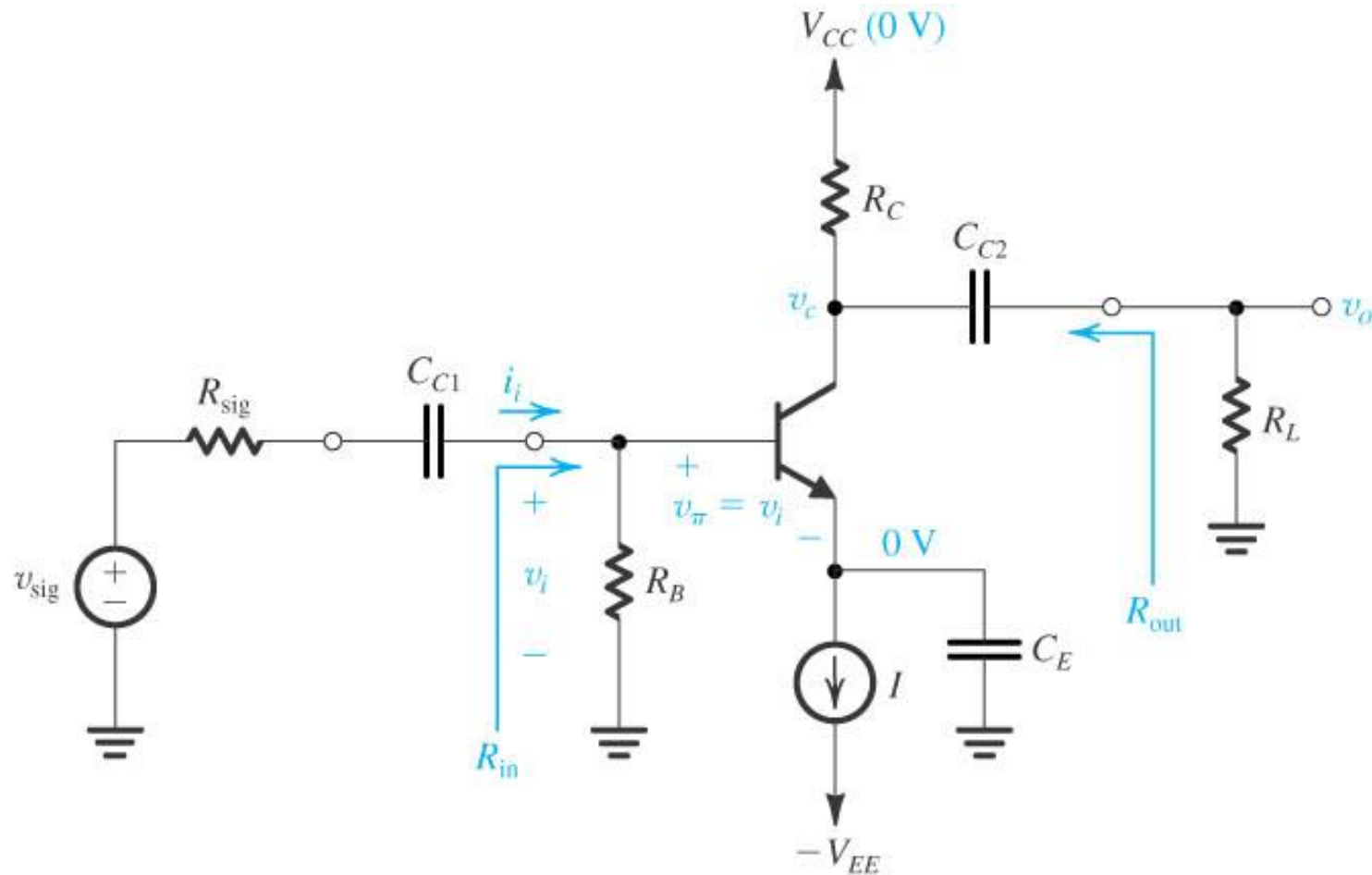
Amplificador BJT - Emissor Comum

Amplificador BJT Emissor Comum



Amplificador BJT - Emissor Comum

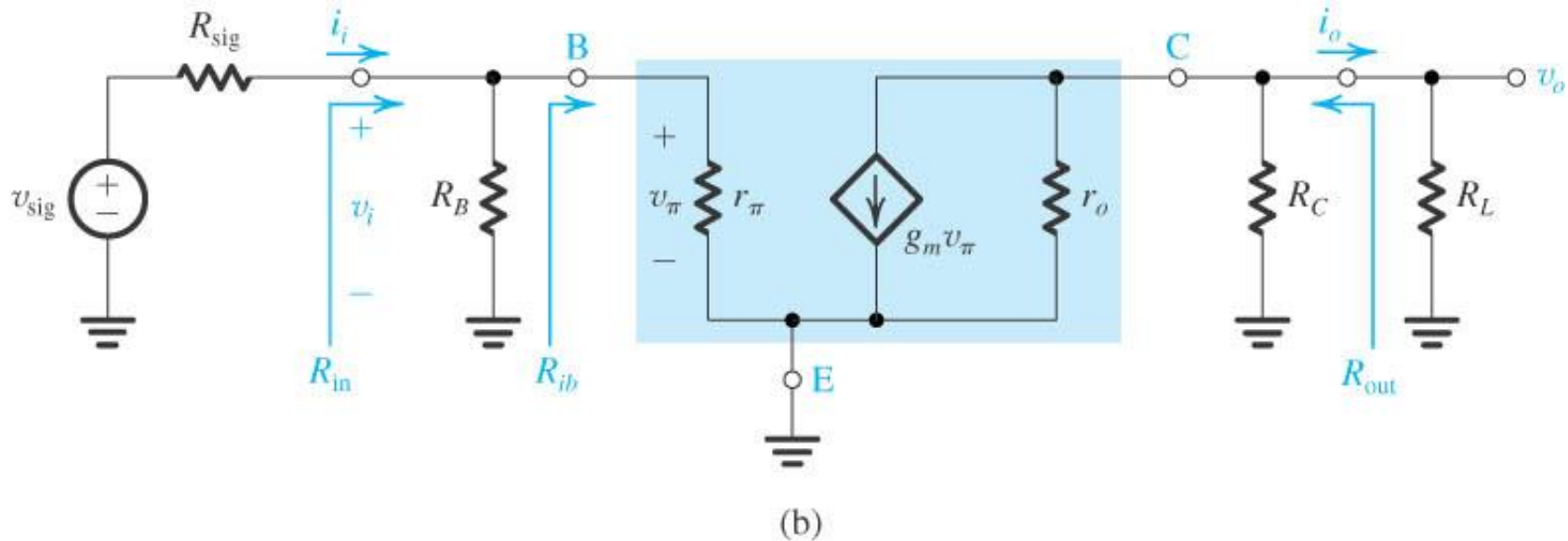
Amplificador BJT Emissor Comum



(a)

Amplificador BJT - Emissor Comum

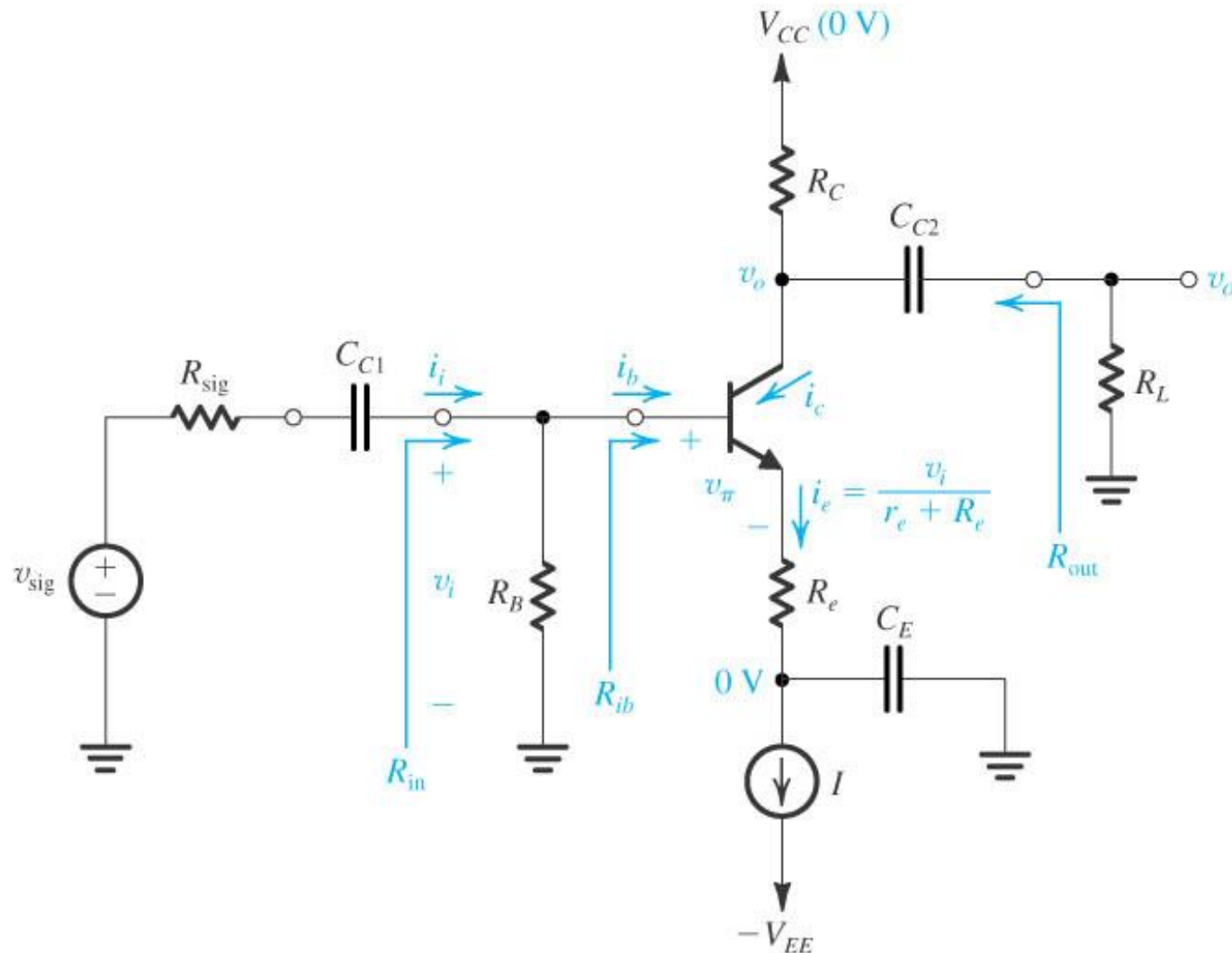
Amplificador BJT Emissor Comum



- Alto ganho de tensão e corrente
- Baixa impedância de entrada (contra)
- Alta impedância de saída (contra)

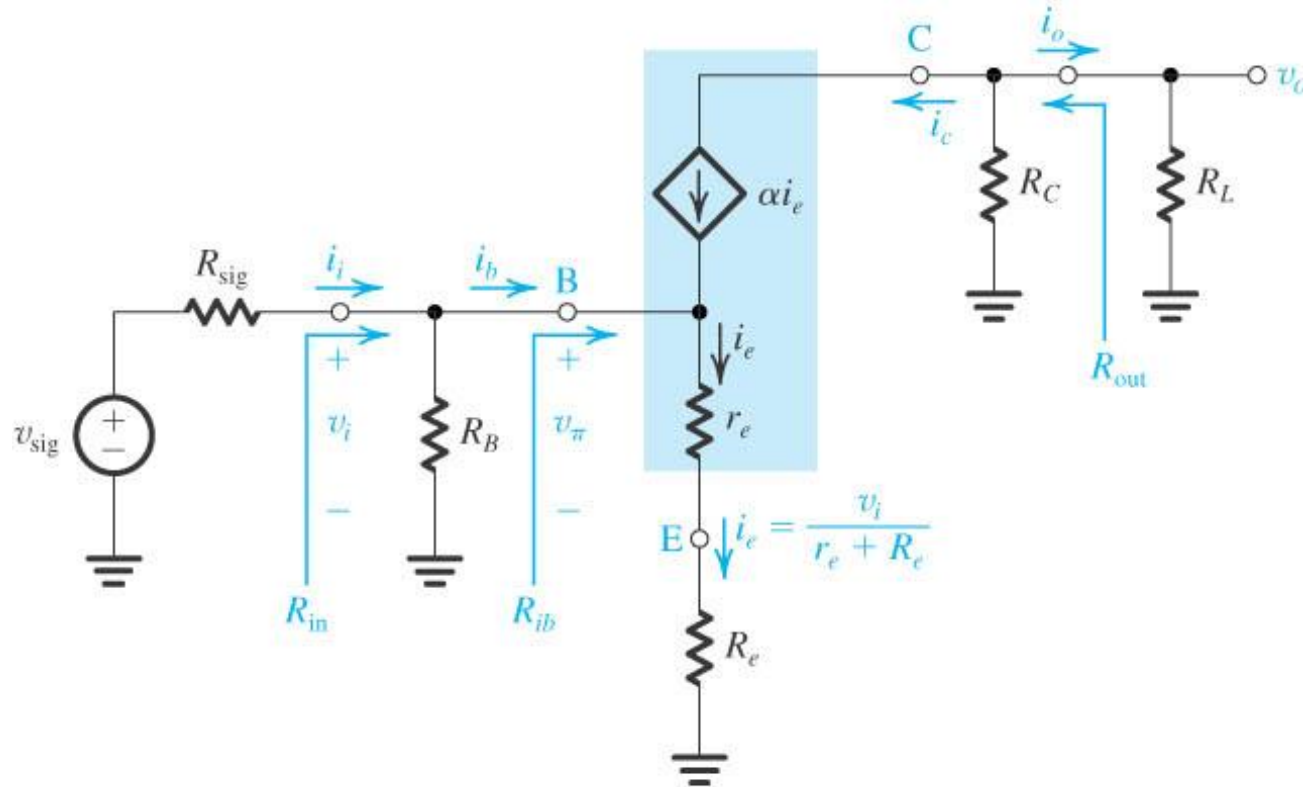
Amplificador BJT - Emissor Comum

Amplificador BJT EC com resistência no Emissor



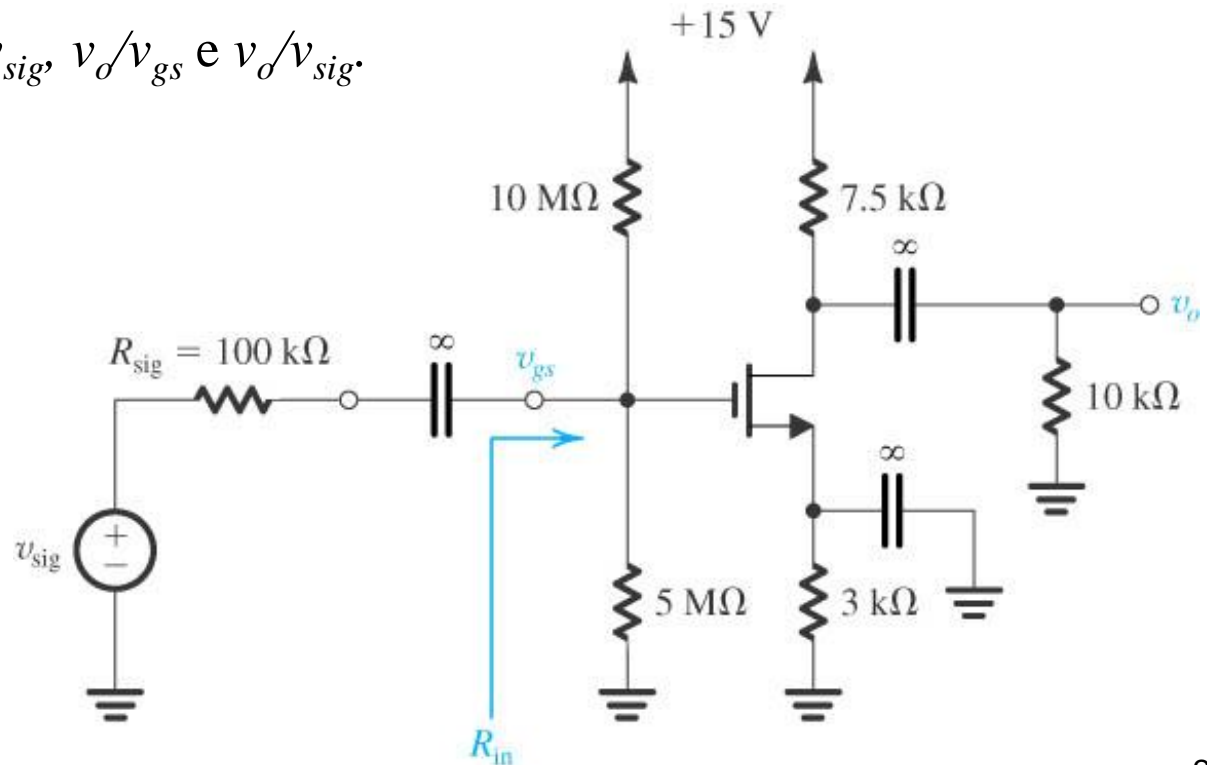
Amplificador BJT - Emissor Comum

Amplificador BJT EC com resistência no Emissor



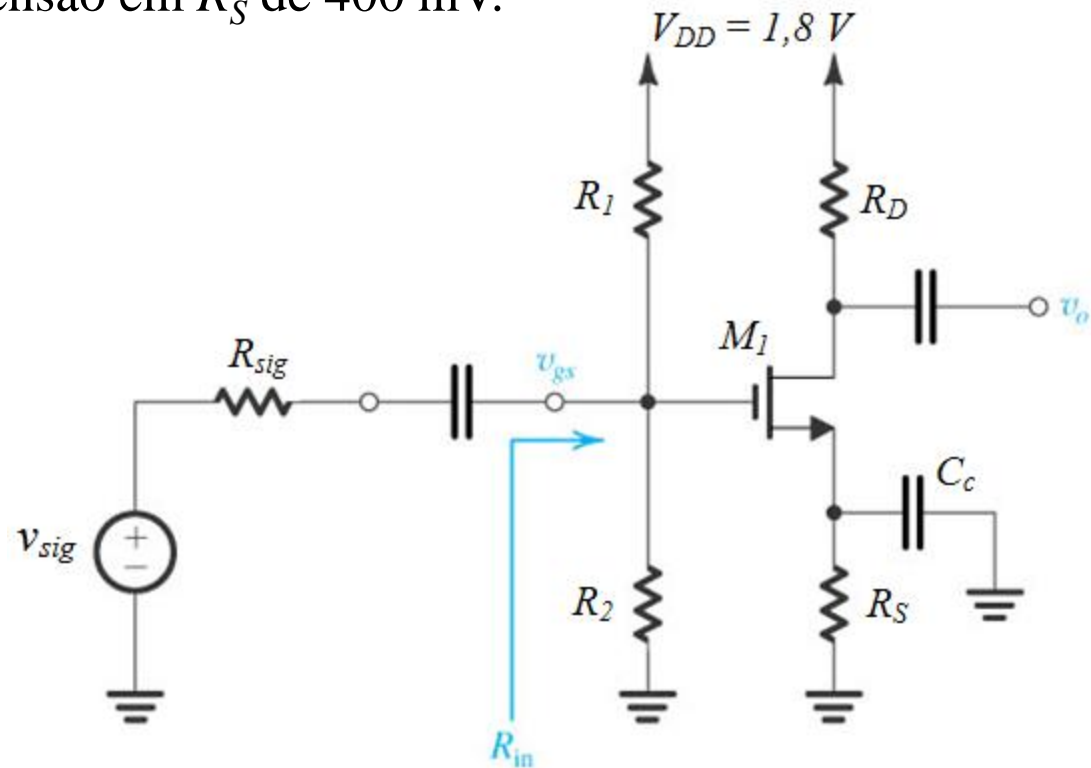
- A impedância de entrada aumenta de $(1+g_m R_e)$
- O ganho de tensão diminui de $(1+g_m R_e)$
- A excursão do sinal de entrada pode ser aumentada de $(1+g_m R_e)$

- Usando $V_t = 1 \text{ V}$, $k'_n(W/L) = 2 \text{ mA/V}^2$, verifique se o ponto de polarização encontra-se em $V_{GS} = 2 \text{ V}$, $I_D = 1 \text{ mA}$ e $V_D = 7,5 \text{ V}$;
- Encontre g_m e r_o se $V_A = 100 \text{ V}$;
- Desenhe o modelo completo de pequenos sinais do circuito considerando os capacitores como curtos-circuitos;
- Encontre, R_{in} , v_{gs}/v_{sig} , v_o/v_{gs} e v_o/v_{sig} .



Amplificador MOS - Fonte Comum

Ex. 3 – Projete o amplificador fonte comum do circuito abaixo para um ganho de tensão de 5 V/V, impedância de entrada de 50 k Ω e consumo máximo de 5 mW. Assuma, $\mu_n C_{ox} = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$, $V_t = 0,5 \text{ V}$ e despreze λ . Assumir uma queda de tensão em R_S de 400 mV.



Amplificador – FC e EC

Sugestão de Estudo:

- Sedra & Smith 5ed.

Cap. 4, item 4.5

Cap. 4, item 4.7 até 4.7.4

Cap. 5, item 5.7 até 5.7.3

- Razavi. 2ed.

Cap. 5, item 5.3 até 5.3.1

Cap. 7, itens, 7.1.1, 7.1.2 e 7.2.1

Exercícios correspondentes.